

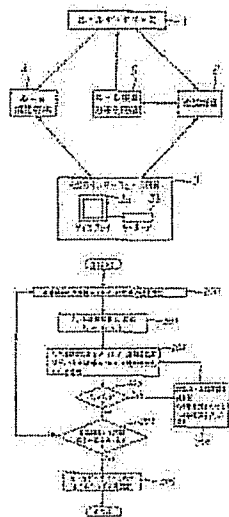
EXPERT SYSTEM**Publication number:** JP63004333 (A)**Publication date:** 1988-01-09**Inventor(s):** IKEDA JUN; FUKUMOTO AKIRA; TAI ICHIRO**Applicant(s):** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO**Classification:**

- international: G01M19/00; G06F9/44; G06F17/30; G06N5/04; G01M19/00; G06F9/44; G06F17/30; G06N5/00; (IPC1-7): G06F7/28; G06F9/44

- European:

Application number: JP19860147678 19860624**Priority number(s):** JP19860147678 19860624**Abstract of JP 63004333 (A)**

PURPOSE: To improve rule retrieval efficiency by calculating a frequency which is used so far for deduction for each rule in a rule data base and setting the order of rule retrieval according to the used frequency. **CONSTITUTION:** A rule retrieval efficiency increasing mechanism 5 stores the use frequencies (f_i) of all diagnostic rules (r_i). When a signal for the use of some diagnostic rule r_i is received from a deduction mechanism 2, '1' is added to the use frequency f_i of the diagnostic rule r_i to update the use frequency f_i . When the frequency is updated, the use frequency f_j of a diagnostic rule r_j having priority P_{i-1} which is one higher than application priority P_i set currently for the diagnostic rule r_i is read out and the read use frequency f_j of the diagnostic rule r_i is compared with the use frequency f_i of the updated diagnostic rule r_i ; when $f_j \leq f_i$, the application priority of the rule r_i is set to P_{i-1} and the application priority of the rule r_j is set to P_i .



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-4333

⑤ Int.Cl.⁴G 06 F 7/28
9/44

識別記号

3 3 0

庁内整理番号

U-7313-5B
Z-8724-5B

④ 公開 昭和63年(1988)1月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 エキスパートシステム

⑰ 特 願 昭61-147678

⑱ 出 願 昭61(1986)6月24日

⑲ 発 明 者 池 田 旬 東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝本社事務所内
⑲ 発 明 者 福 本 亮 東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝本社事務所内
⑲ 発 明 者 田 井 一 郎 東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝本社事務所内
⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
㉑ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 一 雄 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称

エキスパートシステム

2. 特許請求の範囲

推論処理に必要なルールを格納したルールデータベースと、このルールデータベース内から入力情報に対応したルールを検索により選び出し、この選び出したルールを使用して推論を進める推論機構とを備えたエキスパートシステムにおいて、前記ルールデータベース内の各ルールについて前記推論機構による使用頻度を算出して、このルール毎の使用頻度に基づき前記ルール検索の順序を設定するルール検索効率化機構を設けたことを特徴とするエキスパートシステム。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は、高度の専門知識を要する、例えば原子力発電プラントの機器異常診断等の業務を専門家に代って支援するエキスパートシステムに関する。

(従来の技術)

例えば、原子力発電プラント等において機器に異常が発生した場合、その原因を調査して適切な対策を講じるためには、各構成機器に関する専門的な知識を必要とする。しかし、かかる知識を持つ専門家が常に待機しているとは限らず、またある分野の専門家により原因調査を開始しても、調査が進むに従って他分野の専門家も必要となることもある。特に、原子力発電プラントのような大型のプラントでは、構成する機器数も膨大であり、かつその中には特殊な機器も含まれているため、多くの専門家を必要としかつその専門知識も高度で特殊なものが要求される。しかも、安全性が厳

しく要求されることから、早急に異常原因を判定し対策を講じなくてはならない。

このような背景から、専門家（エキスパート）に代って知識工学的手法を用いてプラント構成機器の異常診断の支援を行なう、エキスパートシステムと呼ばれる装置の開発が最近活発に行なわれている。また、かかるエキスパートシステムは、その他の分野、例えば医療診断、会計コンサルテーション、作業計画、機械設計等各種の専門知識分野に利用されつつある。

エキスパートシステムは、基本的にはルールデータベースと推論機構とから構成されている。プラントの異常診断システムを例に取れば、ルールデータベースは、診断を行なう為の診断推論過程やその作業手順などの知識を表現した診断ルールを格納したものである。推論機構は、作業員あるいはプラントから入力される機器の状態情報に基づいて、原因調査の作業手順を入出力インターフェースを介して作業員に提示しつつ、診断ルールに従い順次推論を進めて行って異常原因を判定す

る機構である。

ルールデータベースにおいて最も多用されているルールの表現形式は“IF-THEN”形式と呼ばれるもので、具体的には、“IF-”部に条件を記載し、“THEN-”部にその条件が満たされた場合に実行すべき動作を記載したものである。上記“IF-”部は条件部と呼ばれ、“THEN-”部は動作部と呼ばれている。

推論は、一般には作業員との対話形式で行なわれ、基本的には、作業員から入力された状態情報に合致するような状態を条件部にもつルールをルールデータベース内から照合検索により選び出し、その選び出したルールの動作部を実行するというステップの繰り返しによって順次進められて行く。

（発明が解決しようとする問題点）

今後エキスパートシステムが各種分野において実用化されて行くためには、ルールデータベースの充実が必要であり、その結果ルールデータベースに格納されるルール数の増大を余蘊なくされる。

ところで、エキスパートシステムにおける推論

処理に要する時間は、ルールの照合検索に要する時間で決まる。

従って、上記のような実用レベルの膨大な数のルールをもつエキスパートシステムにおいては、ルールの照合検索に多大な時間を要することになり、推論処理が早急に出来ないという問題がある。

そこで本発明は、ルールデータベース内のルールの照合検索に要する時間を短縮して、推論処理を高速で行なえるエキスパートシステムを提供することを目的とする。

（発明の構成）

（問題点を解決するための手段）

上記目的達成のため、本発明は、ルールデータベース内の各ルールについて今までに推論に使用された頻度を算出して、この使用頻度に応じて、ルール検索の順序を設定するルール検索効率化機構を設けたものである。

（作用）

ルール検索効率化機構により、ルールデータベース内の各ルールには過去の使用頻度の高いもの

から順に検索順序が設定される。推論機構はこの検索順序に従って、つまり使用頻度の高いルールから先に照合検索を行なう。その結果、使用すべきルールを早期に見出す確率が高くなり、検索の効率化が図れる。

（実施例）

以下、実施例により本発明を説明する。

第1図は本発明に係るエキスパートシステムの一実施例の構成を示す機能ブロック図である。プラントの異常診断システムの場合を例に取って説明すると、ルールデータベース1には、機器の診断を行なう為の推論過程及びその為の対話入力等の作業手順といった知識を“IF-THEN”形式で表現した診断ルールが格納されている。推論機構2は、機器の異常に関して作業員又はプラントから入力される機器の状態情報に基づき、それに対応する診断ルールをルールデータベース1から読み出してその動作部を実行するというステップを繰り返すことにより、順次推論を進めて行く。入出力インターフェース機構3は、推論機構

2 から出力された診断対象機器に関する作業手順や診断結果をディスプレイ 3 a を介して作業員に提示し、また作業員がキーボード 3 b から入力した状態情報を推論機構 2 へ伝送する。また、この入出力インターフェース機構 3 は、診断に先立ちキーボード 3 b から入力される専門的知識をルール編集機構 4 へ伝送する。ルール編集機構 4 は、入出力インターフェース機構 3 を介して入力された専門知識に基づいて、診断を行なうために必要な診断ルールを作成し、これをルールデータベース 1 に書き込んだり、或いは既に書き込まれている診断ルールを修正・削除したりする。ルール検索効率化機構 5 は、推論機構 2 がルールデータベース 1 から診断ルールを読み出した回数つまり使用頻度を統計処理によりルール毎に計算し、各診断ルールに対しその使用頻度に応じた適用優先度を設定するものである。

第 2 図はルールデータベース 1 の構成を示す模式図である。ルールデータベース 1 はルールヘッダ 6 と診断ルール記憶部 7 とから構成されている。

の条件部と入力状態情報との照合を開始する（ステップ 101、102）。この照合の結果、合致しない場合には、次に高い適用優先度 $P (= P + 1)$ を持つ診断ルール r と状態情報とを照合する（ステップ 103、104）。このようにして適用優先度 P の高い順に診断ルールの照合検索を進めて行って、合致した診断ルール r_i を発見すると、その診断ルール r_i の動作部を実行して推論を進める（ステップ 105）。

そして、このようにある診断ルール r_i を用いて推論を実行すると、その診断ルール r_i を推論に使用した旨の信号をルール検索効率化機構 5 へ伝送する（ステップ 106）。

推論機構 2 は、読み出した診断ルール r_i を適用した結果が原因判定になっていない場合には（ステップ 107）、更に推論を進めるべく、ディスプレイ 3 a に新たな状態情報の入力を促すメッセージを提示して、作業員から入力された新たな情報に基づき再び上記プロセスを実行する。

また、診断ルール r_i 適用結果が原因判定とな

ルールヘッダ 6 には、適用優先度 P 、その適用優先度 P をもつ診断ルールの識別番号 id 及びその診断ルールの診断ルール記憶部 7 内での格納アドレス a が記憶されている。診断ルール記憶部 7 には、ルールヘッダ 6 の内容に対応して診断ルール r が記憶されている。

次に、上記のように構成された本実施例の作用を説明する。

まず、第 3 図の推論処理のフローチャートを参照して、推論機構 2 における動作を説明する。診断対象機器に異常が発生し作業員が本システムを起動すると、ディスプレイ 3 a に質問等が提示される。この質問に回答して作業員がキーボード 3 b を用いて要求された状態情報を入力すると、この状態情報は入出力インターフェース機構 3 から推論機構 2 へ伝送される（ステップ 100）。

推論機構 2 は、状態情報を受け取ると、これと合致する条件部を持った診断ルール r_i をルールデータベース 1 内から選び出すために、最も高い適用優先度 $P (= 1)$ を持つ診断ルール r からそ

った場合には（ステップ 107）、診断を終了し（ステップ 108）、ルール検索効率化機構 5 へ診断終了の旨を伝え（ステップ 109）、ディスプレイ 3 a に診断結果を提示する（ステップ 110）。

次に、第 4 図のルール検索効率化処理のフローチャートを参照して、ルール検索効率化機構 5 の作用を説明する。ルール検索効率化機構 5 は、全ての診断ルール r についてその使用頻度 f を記憶している。推論機構 2 から、ある診断ルール r_i の使用の信号を受信すると（ステップ 200）、その診断ルール r_i の使用頻度 f_i に“1”を加算して新しい使用頻度 f_i として記憶し直す（ステップ 201）。

次に、この使用頻度 f の書き換えを行った診断ルール r_i に現在設定されている適用優先度 P_i より 1 つ高い優先度 $P_i - 1$ を持つ診断ルール r_j の使用頻度 f_j を読み出し、この読み出した診断ルール r_j の使用頻度 f_j と書き換えを行った診断ルール r_i の使用頻度 f_i とを比較する

(ステップ202)。その結果、

$$f_j < f_i$$

の関係が成立している場合には(ステップ203)、診断ルール r_i の適用優先度を $P_i - 1$ に、診断ルール r_j の適用優先度を P_i に設定し直す(ステップ204)。つまり、診断ルール r_i と診断ルール r_j の適用優先度の入れ替えを行なう。このようにして、診断ルール r_i より高い適用優先度を持つ診断ルール r_j の使用頻度 f_j と、診断ルール r_i の使用頻度 f_i との関係が

$$f_j \geq f_i$$

になるまで診断ルール r_i の適用優先度 P_i を繰り上げて行く。その結果、各ルール r の適用優先度 P は使用頻度 f の高い順に編成し直されることになる。

以上のプロセスを推論機構2からある診断ルール r_i の使用信号が入力される度に繰り返し、その都度編成し直した適用優先度 P を記憶する。

そして、推論機構2から診断完了の信号を受信

すると(ステップ205)、ルールデータベース1内のルールヘッダ6の内容を編成し直した適用優先度 P に合わせて書き直す。

このようにして、各ルール r に対して使用頻度 f の高い順に適用優先度 P を設定し、この適用優先度 P の高い順に診断ルール r の照合検索を行なうようにすることにより、早期に必要な診断ルールを発見できる確率が高くなり、従って照合検索に要する時間が短縮され、診断結果を早急に出すことができるようになる。従って、従来に比較して、大量の診断ルールを用いた詳細な診断を行なうことができることになり、また異常に対する対策措置の早期化が可能となるなど、実用上多大な効果が得られる。

(発明の効果)

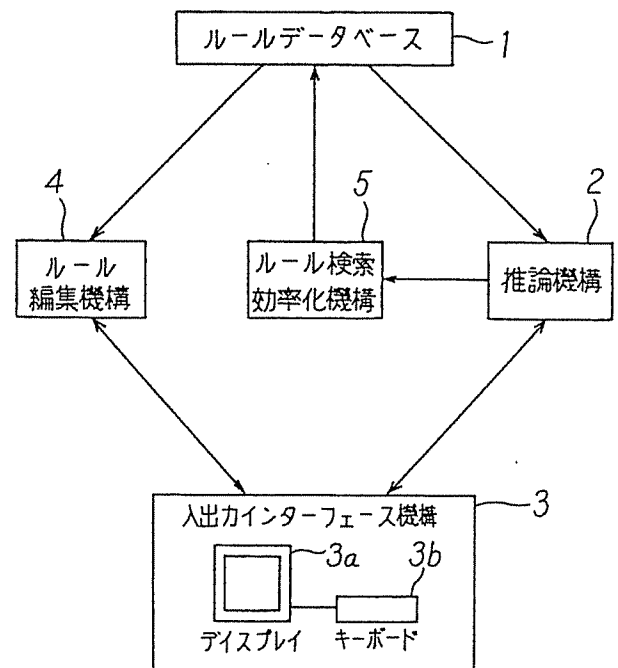
以上説明したように、本発明によれば、使用頻度の高いルールから検索を行なうようにしているため、無駄なルールの照合検索の回数が低減され、推論処理に要する時間を短縮することができ、従って実用レベルの大規模なルールデータベースを

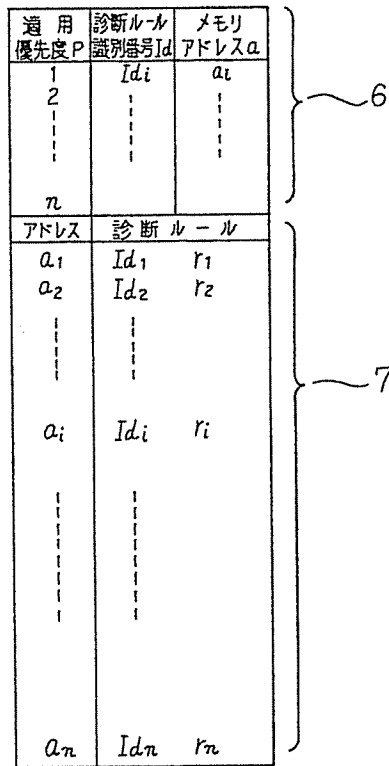
もつエキスパートシステムにおいても推論処理を高速に進めることができる。

4. 図面の簡単な説明

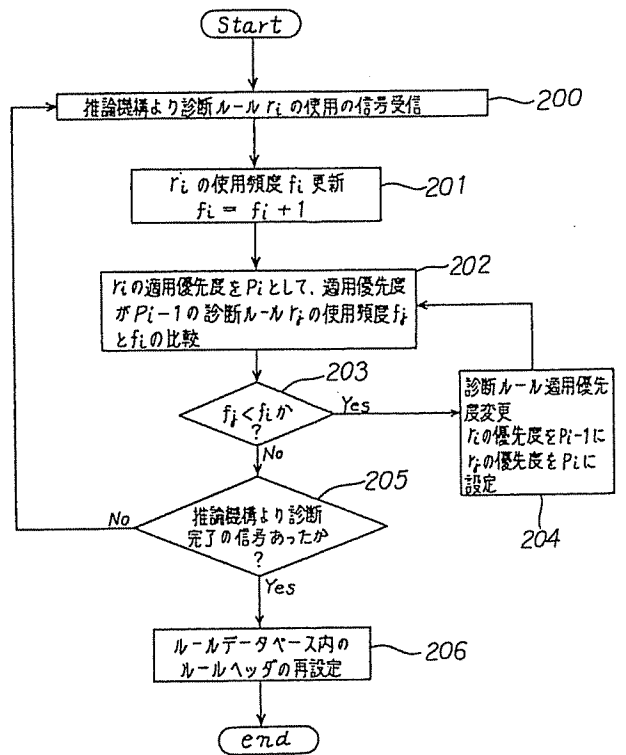
第1図は本発明の一実施例の概略構成を示す機能ブロック図、第2図は同実施例のルールデータベースの構成を示す模式図、第3図は同実施例の推論機構の動作を示すフローチャート、第4図は同実施例の検索効率化機構の動作を示すフローチャートである。

1…ルールデータベース、2…推論機構、3…入出力インターフェース機構、4…ルール編集機構、5…ルール検索効率化機構、6…ルールヘッダ、7…診断ルール記憶部。

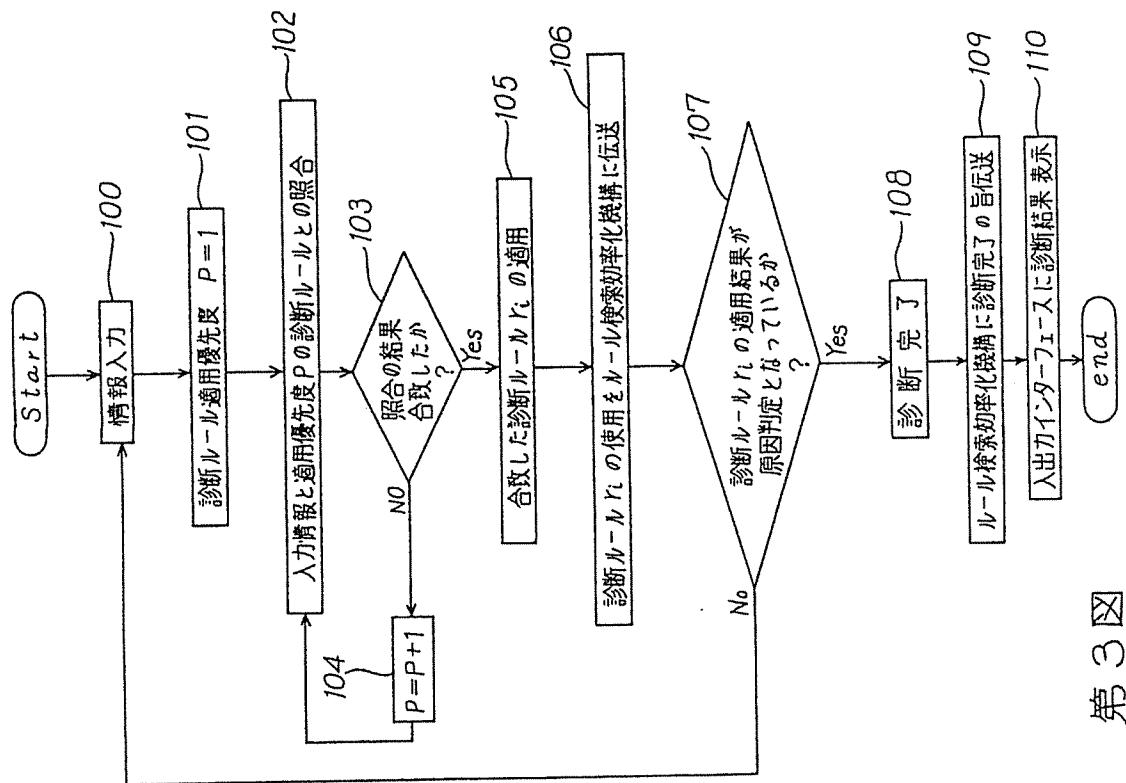




第 2 図



第 4 図



第 3 図